ELECTRÓNICA BÁSICA

SEGUNDO PARCIAL. CURSO 05/06

NOMBRE Y APELLIDOS RESUELTO GRUPO ___

EJ.1 (2.5 ptos)	EJ.2 (1.25 ptos)	EJ.3 (1.25 ptos)	EJ.4 (2.5 ptos)	EJ.5 (2.5 ptos)	

Ejercicio 1

Considere que el circuito de la figura opera en régimen estacionario y que los amplificadores operacionales son totalmente ideales.

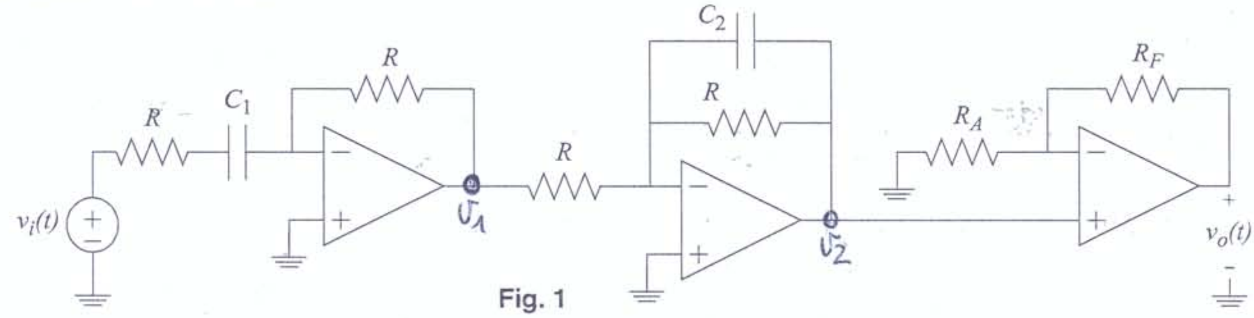


Fig. 1

(a) Determine la función de red $H(s) = v_o(s)/v_i(s)$ y dibuje su diagrama de Bode. Indique qué tipo de filtro se implementa y los parámetros que lo caracterizan.

Asuma los siguientes valores para los elementos del circuito: $R = 1\text{k}\Omega$, $C_1 = 10\mu\text{F}$, $C_2 = 0.1\mu\text{F}$, $R_A = 1\text{k}\Omega$ y $R_F = 9\text{k}\Omega$.

$$\frac{v_1(s)}{v_i(s)} = -\frac{R}{R+\frac{1}{sC_1}} = -\frac{RsC_1}{1+sRC_1} = -RC_1\cdot\frac{s}{1+sRC_1} \Longrightarrow$$ Paso de alta de 1er orden, con ganancia 0dB.

$$\frac{v_2(s)}{v_1(s)} = -\frac{R /\!/ \frac{1}{sC_2}}{R} = \frac{R\cdot\frac{1}{sC_2}}{R+\frac{1}{sC_2}}\left(-\frac{1}{R}\right) = -\frac{1}{1+sRC_2} \Longrightarrow$$ Paso de baja de 1er orden, con ganancia 0dB.

$$\frac{v_o(s)}{v_2(s)} = \left(1+\frac{R_F}{R_A}\right) \Longrightarrow$$ Etapa de ganancia (independiente de ω).

$$\boxed{\frac{v_o(s)}{v_i(s)} = H(s) = \frac{v_o(s)}{v_2(s)}\cdot\frac{v_2(s)}{v_1(s)}\cdot\frac{v_1(s)}{v_i(s)} = \left(1+\frac{R_F}{R_A}\right)\frac{RC_1 s}{1+sRC_1}\cdot\frac{1}{1+sRC_2}}$$

Para los valores fijados de los elementos:

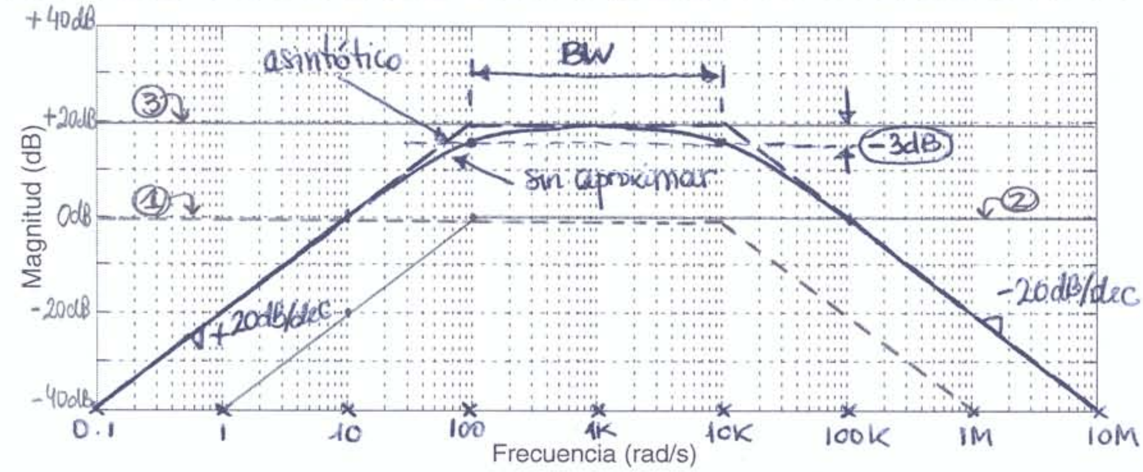
$$\boxed{H(s) = \left(1+\frac{9k}{1k}\right)\frac{1k\cdot 10\mu\cdot s}{1+s\cdot 1k\cdot 10\mu}\cdot\frac{1}{1+s\cdot 1k\cdot 0.1\mu}} = \boxed{10\cdot\frac{\frac{s}{100}}{1+\frac{s}{100}}\cdot\frac{1}{1+\frac{s}{10k}}}$$

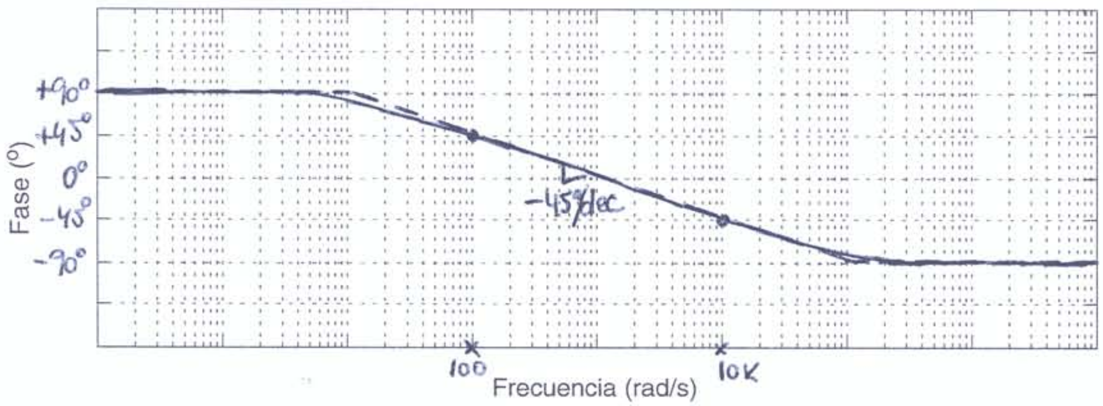
ganancia de 20dB ③

Paso de alta con $\omega_{c1} = 100$ rad/s y ganancia de 0dB ②

Paso de baja con $\omega_{c2} = 10$k rad/s y ganancia de 0dB ①

$\omega_{c2} = 100\,\omega_{c1}$, por lo que los polos están suficientemente separados para que no se superpongan sus efectos.





El tipo de filtro que se implementa es un PASO de BANDA.
Dado que los dos polos reales están separados 2 décadas, sus efectos no llegan a superponerse. Eso implica que:

- El ancho de banda del filtro (BW) está dado por la diferencia en la posición de los polos:
$$\boxed{BW = \omega_{c2} - \omega_{c1} = 10K\,rad/s - 100\,rad/s \cong 9.9\,Krad/s}$$
- La frecuencia central del filtro (ω_0) está dada por media geométrica de los polos:
$$\boxed{\omega_0 = \sqrt{\omega_{c1}\omega_{c2}} \cong 1\,Krad/s}$$
- La ganancia del filtro a ω_0 alcanza el valor dado por el diagrama asintótico: $\boxed{K \cong 20dB}$

Nótese que por identificación:
$$H(s) = K\frac{BW\cdot s}{s^2 + sBW + \omega_0^2} = 10\cdot\frac{\frac{s}{100}}{1+\frac{s}{100}}\cdot\frac{1}{1+\frac{s}{10K}} = 10\cdot\frac{s}{s+100}\cdot\frac{10K}{s+10K} =$$
$$= \frac{s(10K+100)}{s^2 + \underbrace{s(10K+100)}_{BW = 10.1\,Krad/s} + \underbrace{10K\cdot 100}_{\omega_0^2 \to \omega_0 = 1Krad/s}}\cdot\frac{10\cdot 10K}{10K+100} \rightarrow K = 19.91\,dB$$

(b) Suponga que, usando el circuito de la Fig.1, se desea construir un filtro paso de banda con las siguientes características: frecuencia central $\omega_o = 500$ rad/s, ancho de banda $BW = 4.95$ krad/s y ganancia en la banda ~~de~~ pasante de +40dB.

Determine las relaciones que deben cumplir R, R_A, R_F, C_1 y C_2 para obtener esos parámetros.

$$\left.\begin{array}{l} \omega_0 = 0.5\,\text{Krad/s} = \sqrt{\omega_{c1}\cdot\omega_{c2}} \\ BW = 4.95\,\text{Krad/s} \approx \omega_{c2}-\omega_{c1} \\ K = +40\,\text{dB} \end{array}\right\} \begin{array}{l} \omega_{c1} = 50\ \text{rad/s} = \frac{1}{RC_1} \\ \omega_{c2} = 5\text{K rad/s} = \frac{1}{RC_2} \\ K = +40\text{dB} = 100 = \left(1+\frac{R_F}{R_A}\right) \end{array}$$

$$\boxed{C_1 = \frac{1}{50R}\ ;\ C_2 = \frac{1}{5000R}\ ;\ \frac{R_F}{R_A} = 99}$$

$\left(\text{Si mantenemos } R = R_A = 1\text{K}\Omega \Longrightarrow C_1 = 20\mu F;\ C_2 = 0.2\mu F;\ R_F = 99\text{K}\Omega\right)$

EJERCICIO 2

Considere el circuito de la Fig.2, en el que el transistor opera en zona activa directa.
Determine las tensiones y corrientes del transistor en el punto de operación, asumiendo que tiene parámetros $V_{BE,\text{on}} = 0.7\text{V}$ y $\beta_F = 100$ y compruebe que efectivamente opera en zona activa directa.

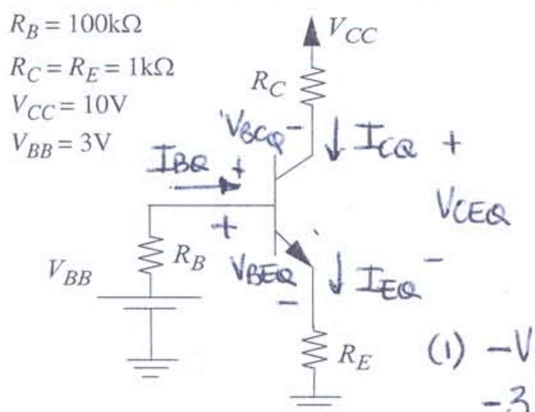


Fig. 2

Si el transistor BJT opera en ZAD:

$I_{CQ} = \beta_F \cdot I_{BQ} = 100\, I_{BQ}$

$I_{EQ} = (\beta_F+1) I_{BQ} = 101\, I_{BQ}$

$\boxed{V_{BEQ} = V_{BE,on} = 0.7V}$

Para el circuito de la figura:

(1) $-V_{BB} + I_{BQ} R_B + V_{BEQ} + R_E \cdot I_{EQ} = 0$

$-3 + 100K \cdot I_{BQ} + 0.7 + 1K \cdot 101\, I_{BQ} = 0$

$\Longrightarrow \boxed{I_{BQ} = 11.44\mu A}$

$\Longrightarrow \boxed{I_{CQ} = \beta_F I_{BQ} = 1.144mA}$

$\Longrightarrow \boxed{I_{EQ} = (\beta_F+1) I_{BQ} = 1.155mA}$

(2) $-V_{CC} + R_C I_{CQ} + V_{CEQ} + R_E I_{EQ} = 0 \Longrightarrow \boxed{V_{CEQ} = 7.7V}$

$\Longrightarrow \boxed{V_{BCQ} = V_{BEQ} - V_{CEQ} = -7.0V}$

$V_{BEQ} = 0.7V$ y $V_{BCQ} = -7.0V$ ($V_{BEQ} > 0$, $V_{BCQ} < 0$) $\Longrightarrow$ luego opera en ZAD

EJERCICIO 3

Alguien ha diseñado el circuito de la Fig.3 para que opere como amplificador de tensión, utilizando valores para R_D y R_G tales que:

- La corriente a través del transistor en el punto de operación es de 100μA.
- La ganancia en pequeña señal desde $V_o(t)$ a $v_i(t)$ es de -3.

Nota: Considere el condensador como un abierto en el punto de operación. Además, tiene una capacidad tal alta como para considerarlo como un cortocircuito en pequeña señal.

$V_{DD} = 5\text{V}$

$K = 100\mu\text{A/V}^2$

$V_T = 1\text{V}$

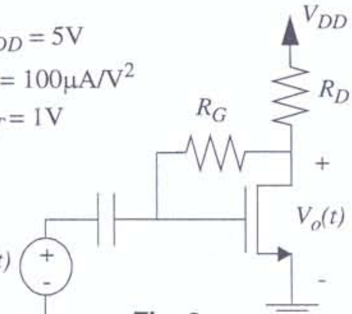
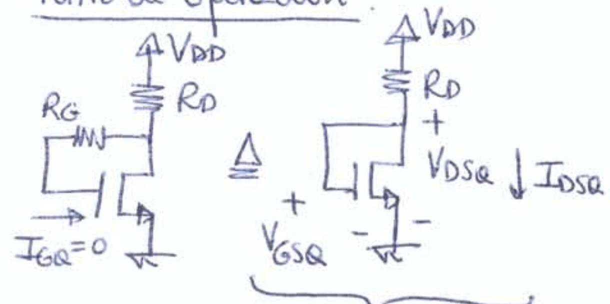


Fig. 3

(a) ¿Qué valores de R_D y R_G ha utilizado el diseñador para que el circuito cumpla las dos condiciones anteriores?

Punto de operación:



$V_{GSQ} = V_{DSQ}$

$I_{DSQ} = 100\mu A$

en saturación

$I_{DSQ} = K(V_{GSQ}-V_T)^2 \rightarrow V_{GSQ} = 2V$

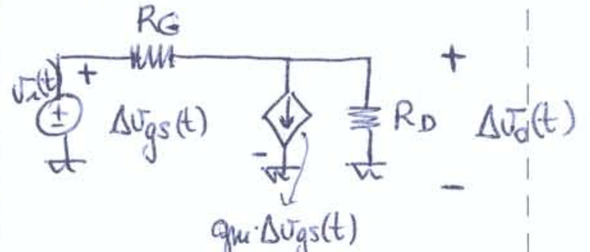
$I_{DSQ} = \frac{V_{DD}-V_{DSQ}}{R_D} \rightarrow \boxed{R_D = 30K\Omega}$

El transistor MOS está en saturación:

$(V_{GSQ} = 2V) > (V_T = 1V)$

$V_{DSQ} > V_{GSQ} - V_T \rightarrow$ al ser $V_{GSQ}=V_{DSQ}$ se cumple por construcción.

Pequeña señal:



$g_m = \left.\frac{dI_{DS}}{dV_{GS}}\right|_Q = 2K(V_{GSQ}-V_T) = 200\mu A/V$

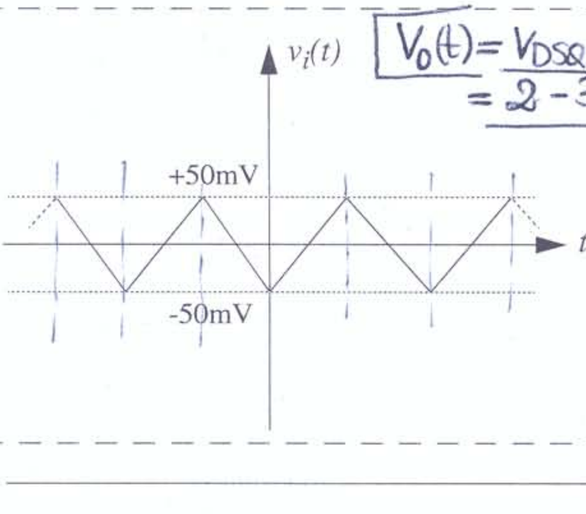
$\Delta v_{gs}(t) = v_i(t)$

$\frac{\Delta v_o(t)}{v_i(t)} = \frac{G_G - g_m}{G_G + G_D} = -3$

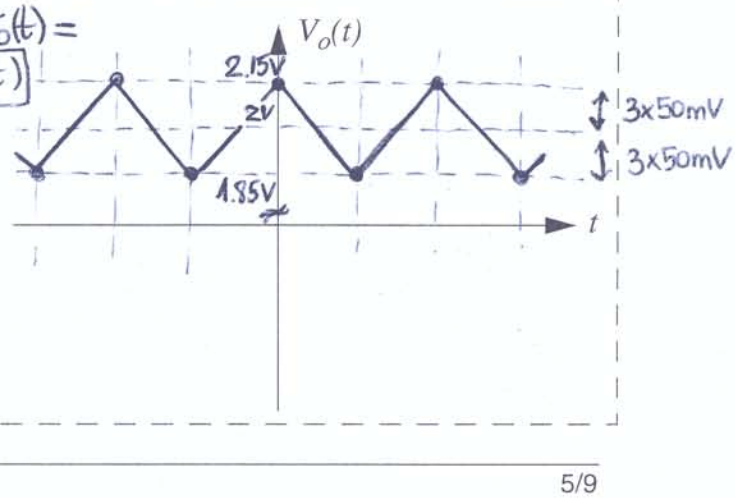
$\Rightarrow G_G = \frac{g_m - 3G_D}{1+3} = 25\mu\mho$

$\Rightarrow \boxed{R_G = 40k\Omega}$

(b) Si la fuente $v_i(t)$ de la Fig.3 tiene la forma de onda mostrada, ¿cómo será la de la tensión $V_o(t)$?



$\boxed{V_o(t) = V_{DSQ} + \Delta v_o(t) =}$
$\boxed{= 2 - 3v_i(t)}$



EJERCICIO 4

Considere las redes de las figuras 4A y 4B, en las que diodos los puede representar con un modelo con tensión de encendido (corte) $E_\gamma = 1\,\text{V}$. Asuma $J > E_\gamma / R$ y $E > E_\gamma$.

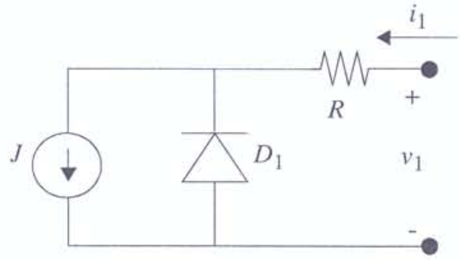


Fig. 4A

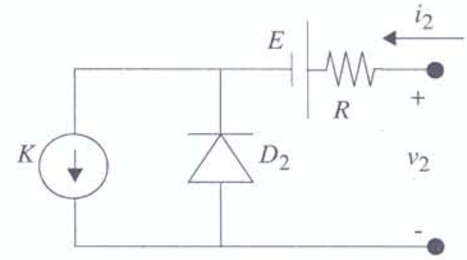
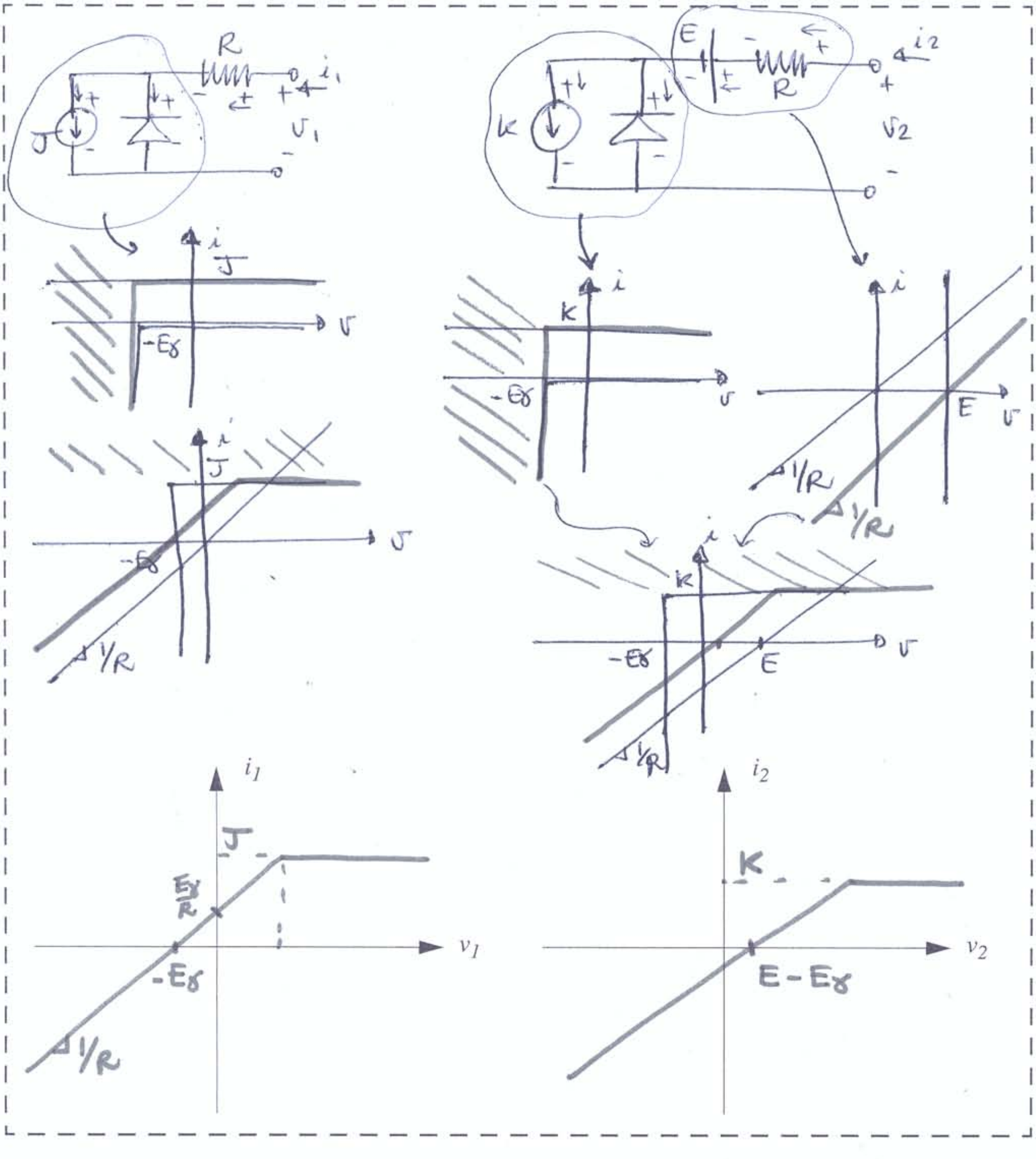


Fig. 4B

(a) Determine las características intensidad-tensión para ambas redes.



(b) Utilizando el resultado del apartado anterior, determine el punto de operación (I_Q, V_Q) para el circuito de la Fig.4C.

Suponiendo $J > 0$ y $E > 0$, determine el rango de valores de K para que la solución sea única.

En este último caso, ¿Qué rango de valores de E fija los dos diodos en conducción (ON)?

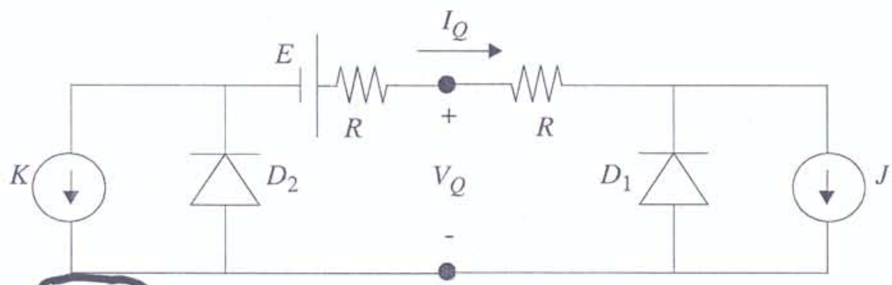
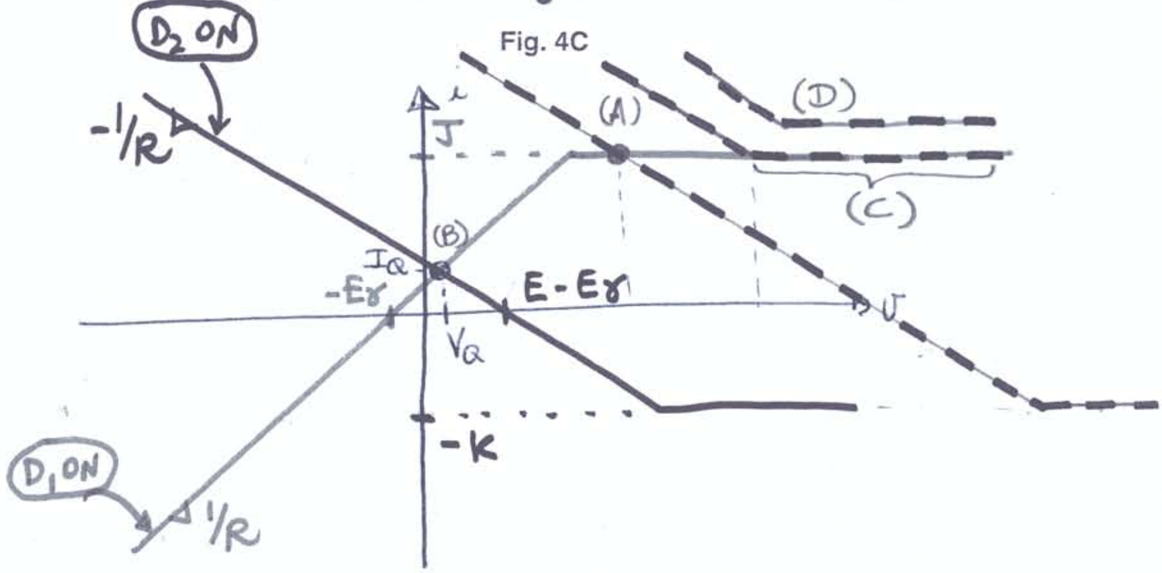


Fig. 4C



Ⓐ $\left\{\begin{matrix} D_1 \text{ Off} \\ D_2 \text{ ON} \end{matrix}\right\}$ $\boxed{\begin{matrix} I_Q = J \\ V_Q = E - E\gamma - JR \end{matrix}}$ Si $J > -K$ y $E/2 > JR$

Ⓑ $\left\{\begin{matrix} D_1 \text{ ON} \\ D_2 \text{ ON} \end{matrix}\right\}$ $\boxed{\begin{matrix} V_Q = E - E\gamma - E/2 = E/2 - E\gamma \\ I_Q = \dfrac{E/2 - E\gamma}{R} \end{matrix}}$ Si $J > -K$ y $E/2 < JR$

Ⓒ $\left\{\begin{matrix} D_1 \text{ Off} \\ D_2 \text{ Off} \end{matrix}\right\}$ $\boxed{\begin{matrix} I_Q = J = -K \\ V_Q \geqslant E - E\gamma - JR \\ E - E\gamma + KR \end{matrix}}$ Si $J = -K$ (infinitas soluciones)

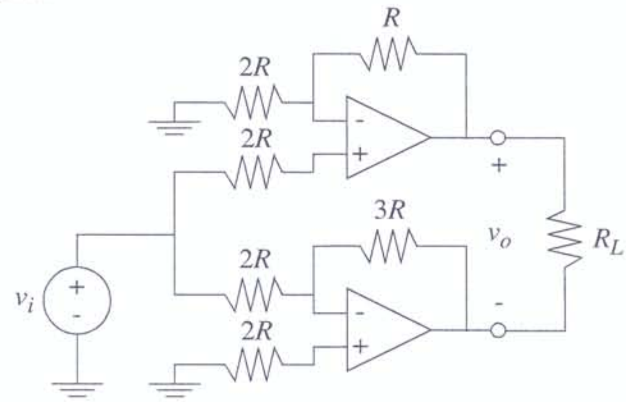
Ⓓ No existe solución si $J < -K$

Solución única si: $\left.\begin{matrix} \text{(A) } E/2 > JR \text{ y } J > -K \\ \text{(B) } E/2 < JR \text{ y } J > -K \end{matrix}\right\}$ $\boxed{J > -K}$

Solución única y los 2 diodos en ON: (B) $\boxed{E/2 < JR \text{ y } J > -K}$

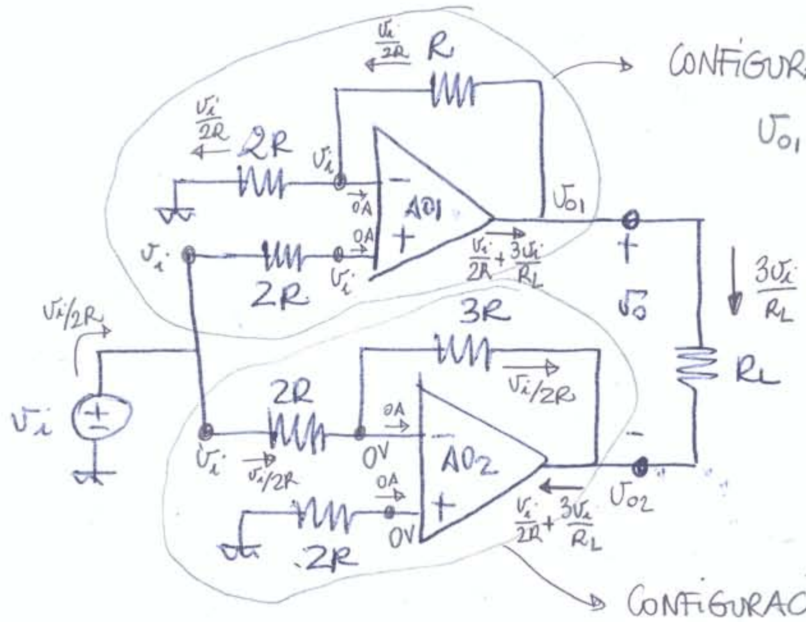
EJERCICIO 5

Considere el circuito de la figura.



(a) Suponiendo un modelo ideal para los amplificadores operacionales, determine la tensión de salida v_o en función de v_i y del valor de las resistencias.

Determine asimismo las corrientes que circulan a través de las distintas resistencias y de los terminales de entrada y salida de los amplificadores operacionales.



CONFIGURACIÓN NO-INVERSORA

$$V_{O1} = \left(1+\frac{R}{2R}\right)V_i = \frac{3}{2}V_i$$

CONFIGURACIÓN INVERSORA

$$V_{O2} = -\frac{3R}{2R}\cdot V_i = -\frac{3}{2}V_i$$

$$\boxed{V_o = V_{O1} - V_{O2} = \frac{3}{2}V_i + \frac{3}{2}V_i = 3V_i}$$

(b) Si los dos amplificadores operacionales presentan tensiones de saturación $(-E_{sat}, +E_{sat})$, determine el rango de valores de la tensión de entrada v_i para que ambos operen en zona lineal.

¿Cuál es el valor máximo de corriente que puede circular a través de R_L?

Para AO1 en zona lineal:

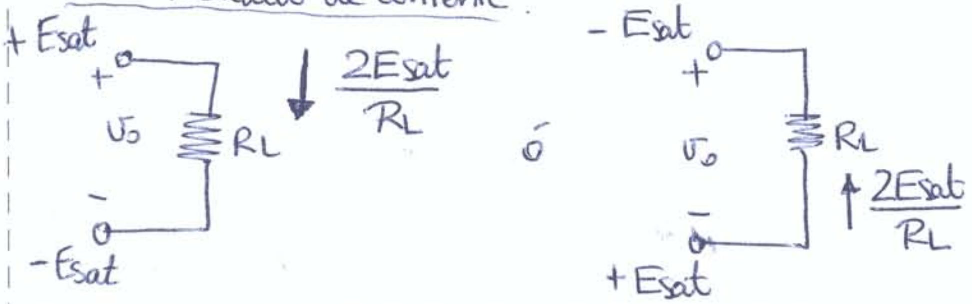
$$-E_{sat}^- \leq v_{O1} \leq E_{sat}^+ \Longrightarrow -E_{sat}^- \leq \frac{3}{2}v_i \leq E_{sat}^+ \Longrightarrow -\frac{2}{3}E_{sat}^- \leq v_i \leq \frac{2}{3}E_{sat}^+$$

Para AO2 en zona lineal:

$$-E_{sat}^- \leq v_{O2} \leq E_{sat}^+ \Longrightarrow -E_{sat}^- \leq -\frac{3}{2}v_i \leq E_{sat}^+ \Longrightarrow +\frac{2}{3}E_{sat}^- \geq v_i \geq -\frac{2}{3}E_{sat}^+$$

Si los dos límites de saturación son iguales en valor absoluto ($E_{sat}^+ = E_{sat}^-$ $= E_{sat}$) $\Longrightarrow$ $\boxed{-\frac{2}{3}E_{sat} \leq v_i \leq \frac{2}{3}E_{sat}}$ Para que ambos AOs funcionen en zona lineal.

Valor máximo de corriente:



Luego:

$$\boxed{-\frac{2E_{sat}}{R_L} \leq i_{RL} \leq \frac{2E_{sat}}{R_L}}$$

(c) Suponiendo la posible saturación en tensión de los amplificadores operacionales, determine $v_o(t)$ para la tensión de entrada mostrada en la figura.